Lane Medical Library

Die Notwendigkeit der Dehnung für das Zustandekommen der Herztätigkeit bei Helix pomatia L. (Weinbergschnecke).

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der zahnärztlichen Doktorwürde einer Hohen Medizinischen Fakultät der Thüringischen Landesuniversität Jena

vorgelegt von

Margarete Türk

aus Meiningen/Thüringen

Jena 1933

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät der Thüringischen Landesuniversität Jena

Gutachter: Prof. Dr. v. Skramlik.

Jena, den 26. Mai 1933.

Prof. Dr. Gräper
dz. Dekan

Die Arbeit wurde in der Physiologischen Anstalt der Thüringischen Landesuniversität Jena unter Anleitung von Herrn Professor Dr. E. v. Skramlik fertiggestellt. Ich versichere eidesstattlich, daß darüber hinaus keine weitere Beihilfe stattgefunden hat.

Die Notwendigkeit der Dehnung für das Zustandekommen der Herztätigkeit bei Helix pomatia L. (Weinbergschnecke).

Von

Margarete Türk-Meiningen.

Sonderabdruck aus

Biologia Generalis, Band X, Lieferung 2

EMIL HAIM & Co.

Wien und Leipzig

1934

BIOLOGIA GENERALIS

Internationales
Archiv für die allgemeinen Fragen der Lebensforschung

erscheint in zwanglosen Lieferungen. Der Preis des Bandes beträgt RM 84·—.

Das Archiv steht für alle Originalarbeiten aus dem Gebiete der *allgemeinen* Biologie in ihrer Dreiteilung als *allgemeiner* Gestaltungslehre (Morphologie), *allgemeiner* Leistungslehre (Physiologie) und *allgemeiner* Beziehungslehre (Oekologie) sowie deren *allgemeinpraktischer* Auswirkung (angewandte Biologie) mit Ausnahme rein metaphysischer Abhandlungen offen.

Beiträge sollen in der Regel nicht mehr als zwei Druckbogen umfassen und können in *deutscher, englischer, französischer* und *italienischer* Sprache abgefaßt sein. Manuskripte sind *ausnahmslos* an den Verlag

Emil Haim & Co.
Wien, I., Maria-Theresien-Straße 10

zu senden.

Das Autorenhonorar beträgt 30 Mark für den 16seitigen Druckbogen, doch werden höchstens $1^1/_2$ Druckbogen honoriert. Außerdem erhält jeder Autor kostenlos bis zu 50 Sonderabdrucke seiner Arbeit. Weitere Sonderabdrucke werden berechnet. Es empfiehlt sich, in diesem Fall vom Verlag einen Kostenvoranschlag zu verlangen.

For the Biologist, Research Worker, Teacher, or Student

THE QUARTERLY REVIEW OF BIOLOGY

Edited by RAYMOND PEARL
Department of Biology
School of Hygiene and Public Health
The Johns Hopkins University

Presents short but comprehensive articles covering the results of research in the several fields of biology.
Articles from recent issues:
The Problem of the Origin of Germ Cells, FLORENCE HEYS.
Facts and Theories of Bird Flight, LUCIEN H. WARNER.
Water Regulation and Its Evolution in the Fishes, HOMER W. SMITH.
Death and Its Causes, W. W. LIPESCHKIN.
A feature of the Review is the generous book review section which serves as a guide to current literature.
$ 5.50 per volume.

THE WILLIAMS & WILKINS COMPANY
Publishers of Scientific Books and Periodicals Baltimore, Md. U. S. A.

(Aus der physiologischen Anstalt der Universität Jena.)

Die Notwendigkeit der Dehnung für das Zustandekommen der Herztätigkeit bei *Helix pomatia L.* (Weinbergschnecke).

Von

Margarete Türk-Meiningen.

Mit 2 Textabbildungen.

(Eingelangt am 2. Mai 1933.)

I. Einleitung.

Durch neuere Untersuchungen ist sichergestellt worden, daß das Herz der Weichtiere[1-5]) in ganz anderer Weise arbeitet als das der Wirbeltiere. Im Herzen der Wirbeltiere gibt es führende Stellen, sogenannte Automatiezentren[6]), von denen die eigentlichen Antriebe zur Tätigkeit ihren Ausgang nehmen, die die übrigen Herzabteilungen nacheinander entsprechend ihrer anatomischen Anordnung ergreifen. Im Herzen der Weichtiere finden sich keine Automatiezentren. Die Tätigkeit wird nicht von einer Stelle aus geregelt, sondern beruht auf dem Prinzip der Dehnung. Durch Dehnung infolge der Füllung mit Blut oder eines Zuges kommt das

[1]) v. Skramlik, E., Über den Kreislauf bei den Weichtieren. Pflüg. Arch. f. d. ges. Physiol. 221, 503. 1929.

[2]) v. Skramlik, E., Untersuchungen über das Kreislaufsystem bei den Weichtieren. I. Ztschr. f. vergl. Physiol. 10, 1. 1929.

[3]) Biering, P., Untersuchungen über das Kreislaufsystem bei den Weichtieren. II. Ztschr. f. vergl. Physiol. 10, 465. 1929.

[4]) Noll, A., Untersuchungen über das Kreislaufsystem bei den Weichtieren. III. Ztschr. f. vergl. Physiol. 10, 761. 1929.

[5]) Eichler, W., Untersuchungen über das Kreislaufsystem bei den Weichtieren. IV. Ztschr. f. vergl. Physiol. 10, 778. 1929.

[6]) v. Skramlik, E., Herzmuskel und Extrareize. Verl. Fischer, Jena. 1932. S. 37 ff.

automatische Schlagen zustande, durch Dehnung findet die Übertragung der Zusammenziehung der einen auf die benachbarte Herzabteilung statt.

In einer Arbeit von WILLEMS[7]) wurde nun die Ansicht vertreten, daß die Dehnung des Herzens der Weinbergschnecke nur für die Länge der einzelnen Herzperiode bedeutungsvoll ist und zwar in dem Sinne, daß wenigstens in einem bestimmten Dehnungsbereich die Herzfrequenz um so größer ist, je stärker die Dehnung ist, eine Tatsache, die ja schon durch lange Zeit, ich erinnere in erster Linie an die Untersuchungen von BIEDERMANN[8]), bekannt war. Dagegen sollte zum bloßen Zustandekommen der Zusammenziehung des Herzens bei *Helix pomatia* die Dehnung als solche nicht notwendig sein. Hier wäre ein Automatiestoff entscheidend, der chemisch nicht näher definiert und nur in Analogie zu den Automatiestoffen von HABERLANDT gesetzt wird. Zur Begründung dieser Ansicht führt er vor allem an, daß auch ein leeres, künstlich nicht weiter gedehntes Herz (wie auch schon BIEDERMANN beobachtet hat) zum automatischen Arbeiten befähigt ist.

Da es sich um eine prinzipielle Frage handelt, ob zum automatischen Arbeiten des Herzens der Weinbergschnecke als eines Repräsentanten der Weichtiere die Dehnung notwendig ist oder nicht, habe ich es mir zur Aufgabe gemacht, hier einige Beobachtungen anzustellen, über die in den nachfolgenden Zeilen berichtet wird.

II. Eigene Untersuchungen.

Meine Untersuchungen wurden am Herzen von *Helix pomatia* L. angestellt. Sie gliedern sich in Beobachtungen am Schneckenherzen in situ, vorzugsweise bei nicht eröffnetem Perikard und ungestörtem Kreislauf, sodann an Herzen, die aus dem Tierkörper herausgeschnitten und in verschiedene Teile zerlegt wurden. Bekanntlich besteht das Helixherz aus zwei Abteilungen, dem Vorhof und der Kammer. In verschiedenen Versuchen wurde die Tätigkeit des Herzens und seiner Teile auch graphisch aufgenommen. Dazu diente ein Registrierhebel, der seine Zusammenziehungen auf der berußten Trommel eines ZUNTZ'schen Kymographions verzeichnete.

[7]) WILLEMS, H. P. A., Über die Herzbewegungen bei der Weinbergschnecke (*Helix pomatia* L.). Ztschr. f. vergl. Physiol. 17, 1. 1932.

[8]) BIEDERMANN, W., Über das Herz von *Helix pomatia* L. Sitzungsber. Akad. Wiss. Wien, Abt. III, 69. 1884.

Entsprechend dem Versuchsplan gliedert sich die Abhandlung in zwei Abschnitte.

A. Untersuchungen des Helixherzens in situ.

Bei diesen Untersuchungen handelt es sich nur darum, die Herztätigkeit zu beobachten, ohne daß das Perikard eröffnet und der Kreislauf geschädigt war. Hier kam mir eine Versuchsanordnung zu Hilfe, welche W. Eichler in der physiologischen Anstalt Jena ausgearbeitet, aber nicht weiter beschrieben hatte. Ich habe sie in mannigfacher Weise ausgebaut und gebe hier eine Beschreibung dieser Methode, durch die man imstande ist, nach Fensterung der Schale die Herzbewegungen der Schnecke mittels Durchleuchtung sichtbar zu machen.

Beim Sommertier, das im Gegensatz zum Wintertier nicht eingedeckelt ist, muß von der Atmungsöffnung aus der Lungensack abgedichtet werden. Wenn man die Herzbewegungen gut zu beobachten wünscht, ist es erforderlich, den Lungensack durch Aufblasen stark zu vergrößern. Befindet sich die Weinbergschnecke ruhig in ihrem Haus, so ist die natürliche Atmungsöffnung leicht zu finden. Sie liegt in der Nähe des Afters am linken, oberen Rand der Hausöffnung. Beim Zurückziehen der Schnecke auf Berührung wird die Atmungsöffnung von einer rudimentären Kiementasche bedeckt. Betrachtet man die Umrandung des Schneckenhauses bei ruhigem Tier, so läßt sich das rhythmische Öffnen und Schließen des Atemloches im Zusammenhang mit der Atmung sehr gut beobachten.

Die Aufgabe besteht darin, in die Atemöffnung eine Kanüle einzuführen und sie hier richtig abzudichten, damit sie mit einer Druckvorrichtung in Verbindung gebracht werden kann. Das Aufblasen des Lungensackes darf dabei durch Undichtigkeit nicht unmöglich gemacht werden. Zur Sichtbarmachung des Herzens muß natürlich ein Teil der Schale entfernt werden. Zu ihrem Abbrechen bedient man sich am besten einer anatomischen Pinzette. Die Randöffnung wird nach oben bis zur zweiten Windung der Schale und in (wenn die Schnecke mit dem Fuß auf einem Tisch ruht) horizontaler Richtung so erweitert, daß es der Schnecke nicht mehr gelingt, sich noch stärker in das Innere des Schneckengehäuses zurückzuziehen. Um den für die Präparation lästigen schaumigen Schleim, der bei jeglichem Eingriff in großen Mengen abgesondert wird, möglichst zu beseitigen, schiebt man ständig ein Stück Filtrierpapier unter der

Schale vor und bricht das Schneckenhaus mit Hilfe der anatomischen Pinzette über dem schützenden Papier ab. Ein Einreißen des Lungensackes muß mit großer Sorgfalt vermieden werden, weil es sonst unfehlbar zu einer Verblutung des Tieres aus eröffneten Gefäßen kommt. Ebenso ist es erforderlich, darauf zu achten, daß alle Kotmassen, die in der Nähe des Atemloches liegen, entfernt werden.

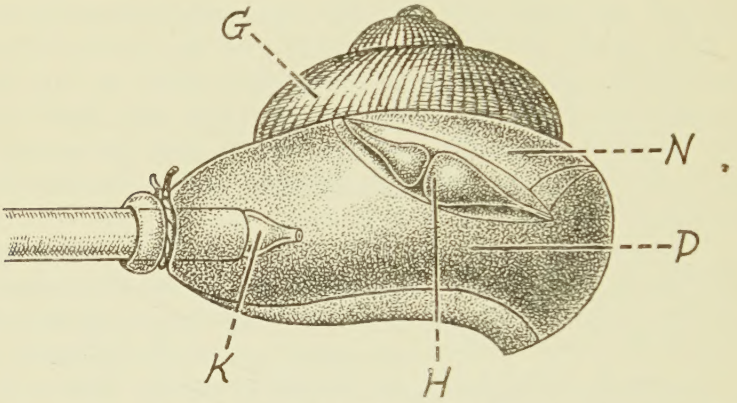

Fig. 1. Schneckenhaus, vergrößert gezeichnet, mit zum Teil entferntem Gehäuse zur Sichtbarmachung des Lungensackes und des Herzens im Perikardialsack. Es bedeuten: G das Gehäuse, H das Herz, K die in die Atemöffnung eingeführte und eingedichtete Kanüle, N die Niere, P den Pulmonalsack.

Hat man das Schneckenhaus (s. Fig. 1) weit genug aufgebrochen, so wird die Muskulatur in der Umgebung der Atmungsöffnung von dem Schneckengehäuse abpräpariert, bis es gelingt, einen Faden um diese Gegend zu legen. Hernach wird eine kleine Glaskanüle in das Atemloch geschoben und mittels starker Fäden festgemacht. Zur besseren Abdichtung schiebt man den dünnen Gummischlauch, mit dem die Kanüle verbunden ist, ebenfalls in die Atemöffnung ein. Die Kanüle kann einen äußeren Durchmesser von 0·8 cm und eine Länge von etwa 2 cm haben. Sie muß wohl nach vorn ausgezogen sein, darf aber hier keine scharfe Spitze besitzen. Die Einführung der Kanüle in das Atemloch und ihr Vorschieben in den Lungensack muß sehr vorsichtig geschehen, damit kein Gefäß verletzt und auf diese Weise eine Verblutung des Tieres herbeigeführt wird. Der Gummischlauch der Kanüle wird nunmehr mit einer Druckpumpe nach Riva-Rocci (s. Fig. 2) in Verbindung gesetzt und langsam Luft mit Hilfe des Gummiballes in den Lungensack eingetrieben. An dem Manometer kann man gleichzeitig den Füllungsdruck ab-

lesen. Ändert sich der Stand der Quecksilbersäule nach Aufblasen nicht, so weiß man, daß die Eindichtung gelungen ist; sinkt sie ab, so muß man die Nebenöffnung suchen und nach Möglichkeit abdichten.

Man sieht dann bereits die Bewegungen des Herzens innerhalb des Perikardialsackes. Sie können aber viel besser kenntlich gemacht

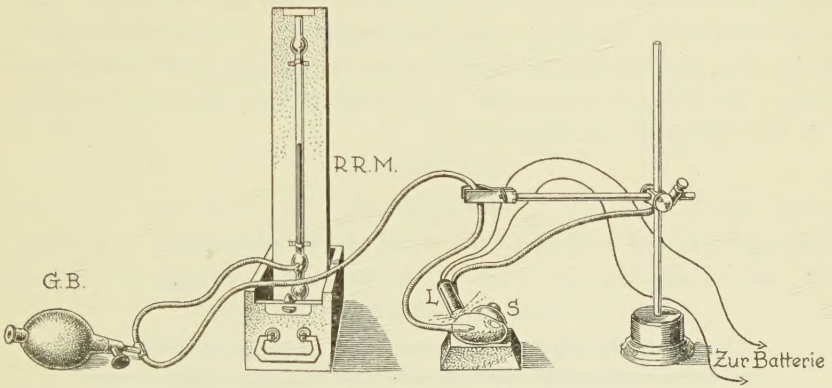

Fig. 2. Vorrichtung zur Sichtbarmachung des Schneckenherzens mittels Beleuchtung. Es bedeuten: G. B. den Gummiball zum Aufblasen des Lungensackes, L die Lampe, R. R. M. Riva-Rocci'sches Manometer, S die Schnecke im Blockschälchen.

werden, wenn man an demjenigen Ende des Lungensackes, der dem Perikardialraum diametral gegenüber liegt, einen kleinen Zylinder anlagert, in dem sich eine Glühbirne befindet. Bringt man diese mit Hilfe einer Taschenlampenbatterie zum Leuchten, so sieht man jetzt geradezu räumlich die Bewegungen des Herzens, das nach diesem Eingriff viele Stunden hindurch koordiniert und rhythmisch arbeitet. Bei aufgeblähtem Lungensack wirkt das Herz, durch die Perikardialflüssigkeit gesehen, viel größer als nach Freilegung.

Man muß dafür Sorge tragen, daß der Perikardialsack gelegentlich befeuchtet wird. Dazu benutzt man zweckmäßig eine Lösung, die von CARDOT[9]) angegeben wurde. So gut sich diese Lösung zur Befeuchtung des Perikards bewährt hat, so wenig war sie intraperikardial zu benutzen. Nach ihrem Aufbringen auf das Herz kam es sofort zu Starrezuständen, die nicht mehr beseitigt werden konnten.

[9]) CARDOT, H., Action des solutions des RINGER hypertoniques sur le coeur isolé d'*Hélix pomatia*. Comptes rend. d. séanc. de la Soc. de Biol. 85, 813. 1921.

Bei meinen Versuchen hat sich unzweideutig herausgestellt, daß jedes Aufblasen des Lungensackes eine Beschleunigung und Verstärkung der Herztätigkeit herbeiführt. Diese äußert sich darin, daß das Herz (s. Tab. 1) einmal in höherer Frequenz, sodann mit stärkerer Kraft arbeitet. Dies ist darauf zurückzuführen, daß jedes Aufblasen des Lungensackes gleichzeitig eine Dehnung der perikardialen Ansätze des Herzens und dadurch natürlich auch eine Dehnung der Herzabteilungen herbeiführt. Offenbar bewirkt es auch einen stärkeren Zustrom von Blutflüssigkeit. Aus der Frequenzsteigerung des Herzens bei Aufblähung des Lungensackes kann man erneut die Tatsache entnehmen, von welcher Bedeutung die Dehnung für die Tätigkeit des Herzens ist.

Tabelle 1.

Tätigkeit des Herzens von *Helix pomatia* L. in situ in Abhängigkeit vom leeren und aufgeblähten Lungensack.

t bedeutet die Zeit vom Beginn des Versuches in Minuten.

t	Zustand des Lungensackes	I	II
10	leer	15	23
20	aufgebläht	24	36
30	„	22	32
40	„	20	28
50	Füllung nachlassend . .	18	25
60	leer	17	12

Eigenartige Erscheinungen machen sich bemerkbar, wenn man bei solchen Herzen den Perikardialsack plötzlich durch einen Schnitt eröffnet. Wie schon v. Skramlik[10]) bei einer ganzen Anzahl anderer Weichtierherzen beobachtet hat, ist die Flüssigkeit im Perikardialsack von großer Bedeutung für das Zustandekommen der Herztätigkeit. Im allgemeinen sind die Herzen der Weichtiere (bis auf die Kopffüßler) in allen Abteilungen außerordentlich zartwandig gebaut. Eröffnet man den Perikardialsack, so kommt es natürlich, da jetzt von außen der Gegendruck gegenüber dem inneren Druck fehlt, zu einer Vorwölbung derjenigen Herzmuskelpartie, die der Perikardialöffnung unmittelbar benachbart ist. Durch den im Inne-

[10]) S. Fußn. 1, Seite 195.

ren des Herzens herrschenden Druck wird eine starke Dehnung der Herzmuskulatur bewirkt, durch welche natürlich die Herztätigkeit eine Beschleunigung erfährt. Ich habe in allen Versuchen beobachtet, daß infolge der intrakardialen Dehnung nach Eröffnung des Perikardialraumes eine Vermehrung der Herzfrequenz eintritt. Daß es sich um Dehnungsvorgänge handelt, die für die Frequenzvermehrung eine Rolle spielen, geht aus der einfachen Tatsache hervor, daß nach Anschneiden der Vena pulmonalis sofort Verlangsamung der Schlagfolge einsetzt (s. Tab. 2). Jetzt erfolgt nämlich allmählich eine Verblutung des Tieres aus der Schnittöffnung, und es gelangt viel weniger Blut zum Herzen.

Tabelle 2.

Verhalten der Frequenz des Herzens von *Helix pomatia* L. in situ nach Eröffnung des Perikardialsackes und nach anschließender Durchschneidung der Vena pulmonalis.

Die angegebenen Zahlen bedeuten die Frequenz (Zahl der Herzschläge pro Minute).

Herz	I	II	III
normal	16	24	23
Perikard geöffnet . . .	48	36	42
Vene pulmonalis durchschnitten	14	20	15

Bei diesen Versuchen hatte ich Gelegenheit, zwei Erscheinungen zu beobachten, die auf das Zustandekommen der Herztätigkeit beim Helixherzen Licht werfen. Schwache Kompression des Herzens von außen, z. B. durch Ankommen mit dem Stiel eines Finders, wirkt für die Tätigkeit genau so schädlich wie eine stärkere Dehnung. Durch eine Kompression des Herzens kommt es zu einem Stillstand in Systole, durch eine Überdehnung zu einem Stillstand in Diastole. Jedenfalls hört ein so behandeltes Herz zu arbeiten auf, auch wenn diese Eingriffe weder zu einer Zerstörung noch zu einem Zerreißen des Gewebes geführt haben, wovon ich mich durch Beobachtung unter der stark (20 ×) vergrößernden Binokularlupe überzeugt habe. Diese Ermittlungen bedürfen der Hervorhebung,

denn an und für sich müßte man annehmen, daß die Herztätigkeit durch solche Einflüsse nicht behindert wird, wenn wirklich nur ein Automatiestoff für das Zustandekommen der Herzpulse maßgebend wäre. Ich erwähne das mit einem gewissen Nachdruck, weil Willems stets davon spricht, daß ein Einstellen der Herztätigkeit nur durch Zerreißen des Gewebes herbeigeführt werden kann (s. Willems, S. 96).

B. Untersuchungen des herausgeschnittenen Helixherzens.

Dabei ging ich in zweierlei Weise vor: in einer Versuchsreihe *a* wurde das Herz im intakten Perikardialsack herausgeschnitten und in einer weiteren *b* völlig aus dem Herzbeutel herauspräpariert.

a) Zu diesem Zwecke legt man die Schnecke in eine Blockschale, deren Höhlung in ihrem Ausmaße ungefähr dem Schneckenhause entspricht. Zum Schutze gegen die Verunreinigung des Operationsfeldes mit Schleim wird die Hausöffnung mit einer Unterlage von Zellstoff abgedeckt. Sodann eröffnet man die Schale in größerem Umfange an derjenigen Stelle, an der sich das Herz befindet, so daß man die Perikardialhöhle mit dem Ansatz der Vena pulmonalis und der Aortadurchbruchstelle vor sich sieht. Drängt man jetzt die Schnecke in das Haus zurück, so quillt der Lungensack durch die künstlich hergestellte Öffnung hervor. Man faßt nun parallel zum Verlaufe des Herzens, aber natürlich unter ihm, den Lungensack zwischen die beiden Branchen einer Pinzette. Dabei wird der Perikardialsack nach oben gedrängt und liegt über den Branchen. Nunmehr löst man das Herz innerhalb des intakten Perikardialsackes aus dem Tierkörper heraus, und zwar mit Hilfe eines Schnittes, der knapp über den Pinzettenbranchen geführt wird. Das ganz herausgeschnittene Gewebsstück wird auf einen kleinen Korktisch gelegt. Sodann werden die Vena pulmonalis und die Aorta mit Hilfe von zwei Nadeln auf der Unterlage fixiert. Das Herz schlägt fürs erste nur gelegentlich. Sowie man aber eine Dehnung des Perikardialsackes vornimmt, so beginnt es rhythmisch und koordiniert zu arbeiten. Bei jeder Verstärkung der Dehnung geht die Frequenz in die Höhe. Arbeitet es also bei mäßiger Dehnung in einer Frequenz von 10—15 Schlägen pro Minute, so steigt die Herzfrequenz (siehe Tab. 3) auf 20—28 Schläge pro Minute hinauf, wenn es etwas stärker gedehnt wird. Die Versuchsergebnisse stehen in völliger

Übereinstimmung mit den Beobachtungen beim Aufblähen des Lungensackes.

Tabelle 3.

Verhalten des Helixherzens im Perikardialsack, wenn dieser nicht gedehnt wird und eine Dehnung erfährt. Man beachte, daß die Herzabteilungen bei nicht gedehntem Perikardialsack nicht koordiniert arbeiten, während dies bei der Dehnung des Perikardialsackes der Fall ist.

Zustand des Perikardialsackes	I		II		III	
	A	V	A	V	A	V
ungedehnt	15	6	15	7	13	8
gedehnt	28	28	26	26	23	23
ungedehnt	15	7	14	8	12	8

b) Hier handelt es sich um Untersuchungen des aus dem Tierkörper völlig herausgeschnittenen Herzens. Man brauchte nur das Herz, das im Perikardialsack aus dem Tierkörper herausgenommen war, nunmehr noch herauszuschneiden.

Für das freigelegte Herz ergeben sich natürlich eine Reihe von Schwierigkeiten, die beim Herzen im Tierkörper, vorzugsweise im Perikardialsacke, der mit Flüssigkeit gefüllt ist, natürlich nicht gegeben sind. In einer längeren Reihe von Versuchen habe ich mich überzeugt, daß für die Herztätigkeit, abgesehen von der Kompression und der Überdehnung, besonders schädlich ist die Verwendung einer anderen Blutart als von *Helix pomatia* L. Aber auch das Blut der eigenen Art darf nicht älter sein als etwa 6 Stunden, sonst wirkt es schädigend auf die Herztätigkeit ein. Offenbar greifen in dieser Zeit bereits Zersetzungsvorgänge um sich. Streng zu verhüten ist das Herangelangen von anderen Körperflüssigkeiten als Blut an das Herz. Jede Beimengung von Speichel oder gar von Kot zum Blute, die bei Vornahme von Eingriffen am Tier leicht vorkommen können, wirkt sich am Herzen außerordentlich schädlich aus.

Bei Gelegenheit dieser Untersuchungen habe ich beobachtet, daß das Herz von Tieren, die nach einer längeren Regenperiode gefangen und zum Versuche genommen wurden, sich sehr viel widerstandsfähiger erweist als das Herz von Tieren, die nach einer längeren Hitzeperiode zur Verwendung gelangten. Die Widerstandsfähigkeit äußert sich vorzugsweise darin, daß die Her-

zen nach ihrer Entnahme aus dem Tierkörper und nach dem Herausschneiden aus dem Perikardialsack sehr viel kräftiger, vor allem aber sehr viel frequenter arbeiten, und daß ihre Tätigkeit längere Zeit, oft viele Stunden anhält. Wie aus Tabelle 4 hervorgeht, nehmen die Herzen von Tieren, die nach einer längeren Regenperiode gefangen und verwendet wurden, zumeist unmittelbar nach ihrer Herausnahme aus dem Tierkörper ihre Tätigkeit auf und arbeiten anfänglich mit einer Durchschnittsfrequenz von 25—30 Schlägen pro Minute. Die Herzen von Tieren dagegen, die nach einer längeren Hitzeperiode zum Versuche verwendet wurden, arbeiten meist unmittelbar nach Entnahme aus dem Tierkörper nicht, und wenn sie nach längerer Zeit ihre Tätigkeit aufnehmen, so ist die zu höchst erreichte Frequenz etwa 12 bis 20 Schläge pro Minute (s. Tab. 5). Natürlich gilt dies nicht ausnahmslos. Man wird auch bei Tieren, die infolge des Regens viel Flüssigkeit aufzunehmen Gelegenheit hatten, schlecht schlagende Herzen finden. Ich habe aber den Eindruck, daß dies weniger mit dem Tier zusammenhängt als vielmehr mit der Art der Präparation, die stets mit größter Vorsicht vorgenommen werden muß, damit jegliche Schädigung des Herzens vermieden wird.

Die frequente Tätigkeit des Herzens hält natürlich auch bei „Regentieren" nicht lange an. Im allgemeinen sinkt sie im Verlauf von einer Stunde auf ½, ja sogar auf ⅓ des Anfangswertes herab. Man kann die Herzen in ihre beiden Abteilungen zerlegen und diese arbeiten noch weiter, der Vorhof in der Regel in einer etwas höheren Frequenz als die Kammer. Auch diese Erscheinung kann in Einklang gebracht werden mit der Annahme, daß die Dehnung einen ausschlaggebenden Einfluß auf die Herztätigkeit ausübt.

Es unterliegt also keinem Zweifel, daß auch das nicht eigens künstlich gedehnte Herz zum automatischen Arbeiten befähigt ist, wenn sich auch große Unterschiede zwischen Tieren ergeben, die nach einer längeren Regen- und nach einer längeren Hitzeperiode gefangen und verwendet wurden. Insofern hat also Willems recht, wenn er darauf hingedeutet hat, daß auch herausgeschnittene leere Herzen zum automatischen Schlagen befähigt sind. Es fragt sich nur, ob diese Herzen und ihre Teile, die automatisch arbeiten, nicht doch in irgend einer Weise einer Dehnung unterworfen sind, und darauf sollen die nachfolgenden Untersuchungen Antwort geben.

Tabelle 4.

Verhalten des herausgeschnittenen und in Körperflüssigkeit gehaltenen Herzens von *Helix pomatia* L. Die Tiere wurden nach einer längeren Regenperiode gefangen und zum Versuche verwandt. Man beachte, daß die beiden Herzabteilungen in ganz seltenen Fällen koordiniert arbeiten. Die Herzen nehmen aber unmittelbar nach Einbringen in die Körperflüssigkeit ihre Tätigkeit auf.

t bedeutet die Zeit nach Beginn des Versuches in Minuten.

t	I		II		III	
	A	V	A	V	A	V
0	30	29	30	0	20	20
15	15	16	25	0	20	20
30	11	6	16	7,5	15	15
60	11	5	15	10	12	10
90	8	7	9	20	12	11
120	10	7	6	12	12	12
150	6[11])	6[11])	5[11])	5[11])	6	6
210	0	3	3	4	6	6
270	—	—	1	2	—	4
nach 24 Stdn.	—	1	1	2	—	4
—	—	10[11])	6[11])	6[11])	—	4

Für die vorliegende Frage von besonderem Interesse ist die Feststellung, daß Herzen, die aus dem Tierkörper entnommen und in der üblichen Weise mit Tierblut gehalten wurden, nach Ablauf von einigen Stunden außerordentlich selten schlagen, höchstens zwei- bis dreimal pro Minute. Dehnt man sie in diesem Zustande, z. B. durch Vornahme der Registrierung, so kann die Frequenz sehr leicht auf die normale Schlagzahl von 20—30 Schlägen pro Minute gebracht werden. Dafür ist aber Voraussetzung, daß zuvor keine anderen Dehnungsversuche mit diesen Präparaten unternommen wurden, denn sonst gelingt dieses Experiment nicht, offenbar im Zusammenhang damit, daß das Herzgewebe leicht überdehnt wird und dann natürlich nicht mehr reagiert.

Ist das Herz infolge leichter Kompression mit der Schere oder unvorsichtiger Berührung mit den Fingern zum Stillstand in Systole gekommen, so kann es ebenfalls durch Dehnung wieder zum Schlagen gebracht werden. Durch die Dehnung wird zu-

[11]) Das Herz wurde gedehnt.

erst eine Tonussenkung herbeigeführt. Allmählich setzen ganz schwache rhythmische Kontraktionen ein, die sich bis zur normalen Schlagzahl und zu kräftigen Zusammenziehungen steigern.

Tabelle 5.

Verhalten des herausgeschnittenen und in Körperflüssigkeit gehaltenen Herzens von *Helix pomatia* L. Die Tiere wurden nach einer längeren Trockenperiode gefangen und zum Versuche verwandt. Man beachte, daß die Herzen nach Einbringen in die Nährflüssigkeit zumeist nicht sofort ihre Tätigkeit aufnehmen, sondern erst nach Ablauf von 15—20 Minuten.

t bedeutet die Zeit nach Beginn des Versuches in Minuten.

t	I		II		III	
	A	V	A	V	A	V
0	—	—	2	17	—	—
15	7	13	10	20	—	—
30	7	12	5	12	12	12,5
45	7,5	12	1	5	7,5	6
60	6	9	—	3,5	7	9
120	—	—	—	4	7,5	8,75
150	kleine Zuckung		—	3,5	5	5
180	—	—	—	3	5	5
210	—	—	—	1,5	48[12])	7
240	—	—	1,25	3	10	10
270	—	—	—	—	—	—

Überblicken wir diese Versuchsreihe, so kommt man von neuem zu dem Ergebnis, daß der Dehnungsreiz von außerordentlicher Bedeutung für das Zustandekommen der Tätigkeit des Herzens ist. Besonders eindrucksvoll erscheint das Experiment an Herzen, die überhaupt keine Zusammenziehungen aufweisen. Man wird auf Grund dieser Tatsache doch zu der Annahme geführt, daß bei den künstlich nicht weiter gedehnten Herzen durch die ganze Lagerung der einzelnen Faseranteile zweifellos an gewissen Stellen Dehnungsreize gesetzt werden, durch die die übrigen Anteile zur Tätigkeit gebracht werden. Jedes kontrahierte Herz-

[12]) Das Herz wurde gedehnt.

stück dehnt natürlich das benachbarte Gewebe und bringt es auf diese Weise zur Tätigkeit.

Zu prinzipiell gleichartigen Ergebnissen führten auch Versuche mit zerstückelten Herzen. Die beiden Herzabteilungen, Vorhof und Kammer, wurden durch Schnittführung in Quer- bzw. Längsrichtung weiter geteilt. Bei diesen Durchschneidungsversuchen habe ich das aus dem Perikardialsack herauspräparierte Herz auf einen kleinen, mit Helixblut befeuchteten Korktisch gelegt. Hernach wurde das venöse und aortale Ende mit Stecknadeln fixiert und Schnitte in verschiedenen Richtungen geführt. Von dem Präparationstisch darf man die Stücke oder Streifen nur ganz vorsichtig ablösen, wobei sie ganz zart am Ende mit den Pinzetten zu fassen sind. So werden sie zur Registriervorrichtung hinübergebracht.

Wie schon angedeutet wurde, wurden die Herzen in zweierlei Weise zerstückelt: einmal durch Schnitte in der Quer-, das anderemal in der Längsrichtung. Bei Schnitten in der Querrichtung konnte der Vorhof von der Kammer getrennt und auch noch Muskelringe von Vorhof und Kammer hergestellt werden. Zur Zerlegung in der Längsrichtung wurde zuerst das ganze Herz, bestehend aus Vorhof und Kammer, zerschnitten. Es empfiehlt sich, bei dieser Zerstückelung den Schnitt von der Vena pulmonalis zur Aorta zu führen und nicht umgekehrt, sonst waren nämlich oft Mißerfolge zu verzeichnen. Das Herz bleibt in Systole still stehen, ohne daß ich mit Sicherheit einen Grund hierfür anführen kann. Vielleicht beruht dieser Stillstand auf einer Verletzung des der Aorta zugekehrten Kammerteiles, weil er nicht mit dem feinen vorderen Teil der Schere, sondern mit dem weiter rückwärts gelegenen dickeren Teil gefaßt wird. Liegen die Schnittflächen der Schere beim Schließen nicht in der ganzen Ausdehnung einander an, so kommt es natürlich sehr leicht zu einer Quetschung des Gewebes, nicht allein an der Stelle der Schnittführung.

Auch solche zerstückelte Herzabteilungen beginnen, wenn man sie in Blutflüssigkeit einbringt, nach Ablauf einer gewissen Zeit zu arbeiten. Freilich ist im allgemeinen die Frequenz, in der die durch Querschnitte hergestellten Teile tätig sind, vielfach sehr gering (s. Tab. 6). Ich konnte aber sowohl an Teilen des Vorhofes als auch der Kammer nach Ablauf von 4 Stunden noch Zusammenziehungen beobachten, ohne daß eine besondere Dehnung vorangegangen wäre.

Tabelle 6.

Verhalten von Herzstücken, die durch quere Schnittführung hergestellt waren.

Es bedeuten: V. den Versuch, t die Zeit nach Beginn des Versuches in Minuten, A Atrium, V die Kammer, a das Stück Vorhof, das der Vena pulmonalis zugekehrt war, b das Stück Vorhof, das der Kammer zugekehrt war, c das Stück Kammer, das dem Vorhof zugekehrt war, d das Stück Kammer, das der Aorta zugekehrt war.

V.	t	A		V	
		a	b	c	d
1	120	0	19	15	15
	180	0	3	0	0
2	180	0	18	20	0
	240	0	4	5	0
3	180	0	20	23	10
	240	0	10	18	0

Etwas erfolgreicher gestalteten sich die Versuche mit Längsdurchschneidung des Herzens (s. Tab. 7). Die hergestellten Stücke aus Vorhof und Kammer nehmen spätestens nach 15 Minuten nach begonnener Zerstückelung ihre Tätigkeit auf und arbeiten nicht selten über 1 Stunde lang ohne besondere Dehnung.

Tabelle 7.

Verhalten von Herzstücken, die durch Schnittführung in der Längsrichtung hergestellt waren.

Es bedeuten: V. den Versuch, t die Zeit nach Beginn des Versuches in Minuten, A Atrium, V die Kammer, a und b die beiden aus dem Vorhof, c und d die beiden aus der Kammer hergestellten Längsstreifen.

V.	t	A		V	
		a	b	c	d
1	45	10	12	14	—
	60	5	10	6	—
	75	6	8	2	—
	90	3	3	—	—
2	45	4	3	16	—
	60	10	—	14	10
	75	8	—	14	8
	90	—	—	10	—

Bei den Zerstückelungsversuchen war von besonderer Bedeutung die Feststellung, daß Herzteile, die bereits durch längere Zeit (über 1 Stunde und noch mehr) ihre Tätigkeit eingestellt hatten, durch Dehnung wieder zum Schlagen gebracht werden konnten. Es genügte dazu, sie mit dem Registrierhebel in Verbindung zu setzen. Sie schlugen dann rhythmisch lange Zeit, oft mehrere Stunden hindurch, nachdem zuvor an ihnen nicht einmal unter der Binokularlupe die Spur einer Tätigkeit festzustellen war. Dieses Ergebnis konnte ich wiederholt graphisch festhalten.

Daß jede stärkere Belastung solcher Herzstreifen wie beim ganzen Herzen zu einer Steigerung der Frequenz führt, geht aus Tabelle 8 hervor.

Tabelle 8.

Die Abhängigkeit der Schlagfrequenz von Kammerlängsstreifen von *Helix pomatia* L. bei verschiedener Belastung.

Es bedeutet: D das Drehmoment in gcm.

D	Schlagzahl pro Minute	
1,00	48	
0,50	36	
1,00	44	
1,50	40	
1,00	48	Optimum!
0,50	36	

Aus allen Versuchen geht unzweifelhaft die Bedeutung der Dehnung nicht allein für die Größe der Schlagfrequenz, sondern auch für das Zustandekommen der Herzschläge beim Herzen der Weinbergschnecke hervor. Von besonderer Wichtigkeit sind in dieser Richtung die Versuche, bei denen das Herz seine Tätigkeit schon vollkommen eingestellt hatte, durch Dehnung aber wieder zum frequenten Schlagen gebracht werden konnte. Der hypothetische Automatiestoff von Willems, der für das Zustandekommen der Herzkontraktionen von Bedeutung sein soll, ist also zur Erklärung der Herztätigkeit sicher nicht notwendig. Dadurch soll aber natürlich nicht die Bedeutung der chemischen Grundlagen für die Herz-

kontraktionen wie für jede Muskelkontraktion in Abrede gestellt werden. Letzten Endes sind es, worauf ja schon BIEDERMANN hingewiesen hat, doch mit hoher Wahrscheinlichkeit chemische Vorgänge, durch die die Kontraktion des Muskels zustande kommt. Beim Herzen der Weichtiere liegen aber die Dinge ganz anders als beim Herzen der niederen Wirbeltiere. Denn bei den Weichtieren muß zum Zustandekommen eines Herzschlages, abgesehen von den notwendigen chemischen Bedingungen, noch ein eigener mechanischer Faktor hinzukommen: die Dehnung. Wenn man Herzen, die aus dem Tierkörper entnommen wurden und vollkommen blutleer sind, noch schlagen sieht, so ist das also darauf zurückzuführen, daß sich in solchen Gewebsteilen Stücke befinden, welche durch die benachbarten kontrahierten Teile einer Dehnung unterworfen sind.

III. Zusammenfassung.

An Herzen von *Helix pomatia* L. wird unter den verschiedensten Bedingungen, in situ, in uneröffnetem Perikardialsack und nach Herausschneiden, die Bedeutung des Dehnungsfaktors für das Zustandekommen des Herzschlages gezeigt.

Auch ausgeschnittene Herzen sind ohne künstliche Dehnung zum automatischen Arbeiten befähigt. Dabei zeigte sich ein bemerkenswerter Unterschied zwischen den Herzen von Tieren, die nach einer längeren Regenperiode gefangen und zu Versuchen verwendet wurden, gegenüber Herzen von Tieren, die nach einer längeren Hitzeperiode gefangen und zu Versuchen benutzt wurden. Die Herzen der ersteren Tiere schlagen ausgeschnitten sehr viel häufiger, kräftiger und länger, erweisen sich also sehr widerstandsfähig.

Auch die einzelnen Herzabteilungen vermögen in einem gewissen Umfang automatisch rhythmisch zu arbeiten. Das gleiche gilt von kleinen Herzstücken. Von besonderem Interesse war hier die Feststellung, daß kleine Herzteile, die gar nicht mehr schlagen, durch Dehnung wieder zur frequenten und kräftigen Tätigkeit gebracht werden können.

VERLAG EMIL HAIM & CO.
WIEN UND LEIPZIG

PALAEOBIOLOGICA

ARCHIV FÜR DIE ERFORSCHUNG
DES LEBENS DER VORZEIT

Offizielles Organ der Palaeobiologischen Gesellschaft in Wien

Herausgegeben von
OTHENIO ABEL
WIEN

unter Mitwirkung von

A. BORISSJAK ⟨Leningrad⟩, K. EHRENBERG ⟨Wien⟩,
O. SCHMIDTGEN ⟨Mainz⟩, J. VERSLUYS ⟨Wien⟩,
D. M. S. WATSON ⟨London⟩, J. WEIGELT ⟨Halle a. S.⟩,
C. WIMAN ⟨Upsala⟩.

Preis pro Band . . . . . RM 74.–

Für Mitglieder der Palaeobiologischen Gesellschaft in Wien:

Band I–IV . . . . . je RM 40.–
Band V u. ff. . . . . je RM 50.–

GENETICS

A Periodical Record of Investigations bearing on Heredity and Variation
Established 1916. Bimonthly, Subscription, dollars 6.00 a year for complete volumes (January to December). Single numbers, dollars 1.25 post free. Back volumes, as available, dollars 7.00 each. Foreign postage: 50 cents. Parts of volumes are to be had only at the single number rate

ECOLOGY

Devoted to All Forms of Life in Relation to Environment
Established 1920. Quarterly. Official Publication of the Ecological Society of America. Subscri ption dollars 4.00 a year for complete volumes (January to December). Back volumes, as available dollars 5.00 each. Single numbers, dollars 1.25 post free. Foreign postage: 20 cents. Parts o volumes are to be had only at the single number rate.

BROOKLYN BOTANIC GARDEN MEMOIRS

Volume I: 33 contributions by various authors on genetics, pathology, mycology, physiology, ecology, plant geography, and systematic botany. Price, dollars 3.50 plus postage.
Volume II: The vegetation of Long Island. Part I. The vegetation of Montauk, etc. Pub. 1923. 108 pp. Price, dollar 1.00.
Volume III: The vegetation of Mt. Desert Island, Maine, and its environment. By Barrington Moore and Norman Taylor. 151 pages, 27 text figures, vegetation map in colors. June 10, 1927, Price, dollars 1.60.

AMERICAN JOURNAL OF BOTANY

Devoted to All Branches of Botanical Science
Established 1914. Monthly, except August and September. Official Publication of the Botanical Society of America. Supscription, dollars 7.00 a year for complete volumes (Jan. and Dec.). Volumes 1–19 complete, dollars 154.00. Single numbers, dollar 1.00 each, post free. Prices of odd volumes on request. Foreign postage: 40 cents. Parts of volumes are to be had only at the single number rate.

Orders should be placed with The Secretary, Brooklyn Botanic Garden
Brooklyn, N. Y., U.S.A.

VERLAG EMIL HAIM & CO.
WIEN, I., MARIA-THERESIEN-STRASSE 10

MIKROCHEMIE

INTERNATIONALES ARCHIV FÜR DEREN GESAMTGEBIET

Redigiert von

W. Böttger, Leipzig, F. Emich, Graz, H. Eppinger, Wien,
F. Feigl, Wien, H. Lieb, Graz, H. Molisch, Wien, F. Pregl†, Graz
R. Wasicky, Wien

unter Mitwirkung hervorragender Fachleute

MIKROCHEMIE ERSCHEINT IN ZWANGLOSER FOLGE

ETWA 30 DRUCKBOGEN BILDEN EINEN BAND
PREIS DES BANDES XV . . RM 40·—
Band VII—XIV . . . . . je RM 40·—

Pregl-Festschrift (1929) . brosch. RM 24·—, geb. RM 26·—
Emich-Festschrift (1930) . brosch. RM 24·—, geb. RM 26·—
Beiheft zu VIII (1930), 2: Röntgenographische Untersuchungen . . . . . RM 4·—
für Bezieher der MIKROCHEMIE RM 3·—
Frühere Jahrgänge (I—VI) . . . . . je RM 21·—
Sachregister I—VIII (1923—1930) . . . . . RM 4·—

PROSPEKTE STEHEN AUF WUNSCH ZUR VERFÜGUNG

Verleger: Emil Haim & Co., Wien, I., Maria-Theresien-Straße 10
Für den Inhalt verantwortlich: Prof. Dr. Otto Porsch, Wien, XVIII., Feistmantelstraße 4.
Druck: W. Hamburger (verantwortl. Max Diettrich), Wien, VI., Mollardgasse 41.

Lebenslauf.

Am 21. Juni 1898 wurde ich als Tochter des Apothekers und Fabrikdirektors Otto Löber und seiner Frau Margit von Bókross de Táscary és Sissó in Wien geboren. Ich besuchte die Volksschulen in Wien und Borna b/Leipzig, darauf die Realgymnasien in Borna, Pirna und Meiningen. Vom 1. August 1914 bis 15. Mai 1919 war ich Elevin in der Apotheke meines Vaters in Meiningen und machte nebenher Ostern 1917 mein Abiturientenexamen und Ostern 1918 mein pharmazeutisches Vorexamen. Am 15. 5. 1919 verheiratete ich mich mit dem Ingenieur Arnold Türk und lebte mit ihm in Meiningen, Borgoprund (Rumänien) und Gotha bis zu seinem Tode am 21. 2. 1931. Ich habe zwei Söhne (geb. am 22. 6. 1920 und 30. 4. 1925). Vom Sommersemester 1932/33 studierte ich in Würzburg und Jena Zahnheilkunde und bestand am 27. 1. 1933 mein Staatsexamen mit „sehr gut".